

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Frank Olschewski Group: Unknown
Application No.: Not Yet Assigned Examiner: Not Yet Assigned
Filed: Herewith Confirmation No: Unknown
For: *Method, Arrangement, and Software for Optimizing the Image Quality of Movable Subjects Imaged with a Microscope*

CERTIFICATE OF EXPRESS MAIL

I hereby certify that this paper (along with any paper referred to as being attached or enclosed) is being deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as Express Mail in an envelope addressed to: Mail Stop Patent Application, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, Express Mail Label No: EV 320106600 US

By: _____ Date _____
Deborah Celeste *****

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The above-referenced patent application claims priority, pursuant to 35 U.S.C. §119, from German Patent Application No. DE 102 35 657.2 filed on August 2, 2002. To perfect this claim of priority, Applicant hereby submits a certified copy of the priority application DE 102 35 657.2.

Dated: August 1, 2003 Respectfully submitted,

By: Maria Eliseeva
Maria Eliseeva, Reg. No. 43,328
Customer No. 29127
Houston Eliseeva LLP
4 Militia Drive, Ste. 4
Lexington, MA 02421
Tel: 781-863-9991
Fax: 781-863-9931

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 35 657.2

Anmeldetag: 02. August 2002

Anmelder/Inhaber: Leica Microsystems Heidelberg GmbH,
Mannheim/DE

Bezeichnung: Verfahren, Anordnung und Software zur Optimierung
der Bildqualität von mit einem Mikroskop aufgenom-
menen beweglichen Objekten

IPC: G 06 T 5/50

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 4. April 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "de J." or "de J. Eberle".

Ebert

Verfahren, Anordnung und Software zur Optimierung der Bildqualität von mit einem Mikroskop aufgenommenen beweglichen Objekten

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Optimierung der Bildqualität von mit einem Mikroskop aufgenommenen Bildfolgen beweglicher Objekte.

- 5 Ferner betrifft die Erfindung eine Anordnung zur Optimierung der Bildqualität von mit einem Mikroskop aufgenommenen Bildfolgen beweglicher Objekte.

Bei der Beobachtung lebender und beweglicher Objekte entstehen Artefakte in der Bildgebung, da sich die Objekte bewegen. Dies bewirkt zum einen eine Unschärfe (Bewegung erzeugt ähnliche Artefakte wie Defokussierung) zum 10 anderen haben die Bilder in der Konfokalmikroskopie eine schlechte Qualität (Signal zu Noise Ratio), da sich Verfahren wie Bildmittelung auf einer Pixel bei Bewegung nicht anwenden lassen. Bei Averaging würden bei Bewegung z.B. Objektpixel mit nicht Objektpixeln gemischt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Verfahren zu schaffen, mit dem 15 es möglich ist qualitativ gute Bilder bei beweglichen Objekten zu erzeugen und eine effiziente Anwendung von Operationen wie beispielsweise Mittelung und Filterung auch bei beweglichen Objekten zu ermöglichen..

Die objektive Aufgabe wird durch ein Verfahren gelöst, das die Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweist.

20 Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es eine Anordnung zu schaffen, mit der es möglich ist qualitativ gute Bilder von beweglichen Objekten zu erzeugen bzw. eine effiziente Anwendung von Operationen wie beispielsweise Mittelung oder Filterung auch bei beweglichen Objekten zu ermöglichen.

Die objektive Aufgabe wird durch eine Anordnung gelöst, die die Merkmale 25 des Patentanspruchs 7 aufweist.

Zur Lösung der mit diesen Aufgaben verbundenen Problemstellung ist es vorteilhaft, dass eine Trajektorie für jedes Pixel des Bildes ermittelt wird welches Verschiebungen und somit Objektbewegungen registriert. Diese werden vorteilhafterweise aus Verschiebungsvektorfeldern ermittelt, welche

5 sämtliche Bewegungen innerhalb der Szene gesamtheitlich bewertet. Das Verschiebungsvektorfeld ergibt sich aus einem Vergleich der Pixel von jeweils mindestens zwei zeitlich aufeinander folgender Bildern. Die Nutzung von mehr als zwei Bildern einer Folge führt gegebenenfalls zu besserer Konvergenz. Die Ermittlung derartiger Verschiebungsfelder erfolgt durch die Lösung eines

10 Flussproblems, wobei ein Pixeländerungsmodell als Differentialgleichung formuliert und numerisch an die Bilddaten nach einem Minimum Description Length (MDL) Verfahren angefittet werden. Der wohl prominenteste Vertreter derartiger Modelle ist die Modellierung der Bewegung fester Körper (solid body) in der Videotechnik für die sich synonym schon die

15 Verfahrensbezeichnung „optischer Fluss“ etabliert hat. Weitere Vertreter sind z.B. in der Klimamodellierung zu finden, wo flüssige Körper (von Wolken bis Wasser) modelliert werden. Obwohl hier die Bezeichnung optischer Fluss nicht üblich ist, verwendet dieser Text den Begriff synonym. Eine Trajektorie konstruiert man durch die Verfolgung der lokalen Verschiebungsvektoren von

20 Pixel zu Pixel was einfach durch einen Computeralgorithmus erfolgen kann. Die derart ermittelte Trajektorie ist eine so genannte Richtschnur für die Anwendung von Operationen. Operationen entlang der ermittelten Trajektorie können zum Beispiel (ohne Beschränkung der Allgemeinheit) eine Dekonvolution, eine Glättung oder ein Averaging-Filter sein. Eine Erweiterung

25 auf die gesamte Klasse zeitlich-lateral operierender Bildverarbeitungsklassen ist in diesem Sinne in diese Meldung eingeschlossen und bleibt in der Realisierung eines Systems der Phantasie des Fachmanns überlassen.

Eine Besonderheit dieser neuen Operationen ist Uneindeutigkeiten die durch die Bewegung und das Verschiebungsvektorfeld entstehen. So kann zum

30 Beispiel ein Objekt in den Bildausschnitt hineinwandern und ein Filter mit Gedächtnis muss diese neuen Pixel anders behandeln als andere statischere Pixel in der selben Szene. Ein weiteres Beispiel ist das Aufteilen eines Objekts in mehrere Objekte (Quelle von Trajektorien). Wieder ein anderes ist die

Zusammenführung einzelner Pixel zu einem (Senke von Trajektorien). Dies wird durch ein intelligentes Trajektorienmanagment gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden.

- 5 In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt und wird anhand der Figuren nachfolgend beschrieben. Dabei zeigen:
- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Scanmikroskops;
- 10 Fig. 2 eine schematische Darstellung des durch das Mikroskop aufgenommen Bildframes und wie dieser in einzelne Bereiche bzw. Pixel unterteilt ist;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung der Verarbeitung der aus der Beobachtung lebender und beweglicher Objekte gewonnener Daten;
- Fig. 4 ein Blockdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- 15 Fig. 5 eine beispielhafte Darstellung einer Situation, bei der ein Objekt das Bild verlässt, und die ermittelte Trajektorie am Rand endet;
- Fig. 6 eine Darstellung einer beispielhafte Situation, bei der ein Objekt ins Bild kommt;
- 20 Fig. 7 eine Darstellung einer Situation, bei der sich ein Objekt teilt und daraus mehrere Trajektorien resultieren; und
- Fig. 8 eine Darstellung einer Situation, bei der sich mehrere Objekte auf ein Objekt vereinigen, dabei enden die Trajektorien der einzelnen Objekte auf einen Punkt.

In Fig. 1 ist das Ausführungsbeispiel eines konfokalen Scanmikroskopsystems 25 schematisch gezeigt, mit dem das erforderliche Verfahren ausgeführt werden kann. Andere Mikroskopsysteme können ebenfalls verwendet werden. Als eine Detektoreinheit 19 ist mit einem Videosystem oder einem CCD-Sensor zur Aufnahme von Bildern ausgestattet.

Dies soll jedoch nicht als Beschränkung der Erfindung aufgefasst werden. Es 30 ist dem Fachmann hinlänglich klar, dass die Erfindung auch mit

konventionellen Mikroskopen bei digitaler Bildgebung realisiert werden kann. Der von mindestens einem Beleuchtungssystem 1 kommende Beleuchtungslichtstrahl 3 wird von einem Strahleiter oder einem geeigneten Umlenkmittel 5 zu einem Scanmodul 7 geleitet. Bevor der
5 Beleuchtungslichtstrahl 3 auf das Umlenkmittel 5 trifft, passiert dieser ein Beleuchtungspinhole 6. Das Scanmodul 7 umfasst einen kardanisch aufgehängten Scanspiegel 9, der den Beleuchtungslichtstrahl 3 durch eine Scanoptik 12 und eine Mikroskopoptik 13 hindurch über bzw. durch ein Objekt 15 führt. Der Beleuchtungslichtstrahl 3 wird bei nicht transparenten Objekten
10 15 über die Objektoberfläche geführt. Bei biologischen Objekten 15 (Präparaten) oder transparenten Objekten kann der Beleuchtungslichtstrahl 3 auch durch das Objekt 15 geführt werden. Zu diesen Zwecken werden nichtleuchtende Präparate ggf. mit einem geeigneten Farbstoff präpariert (nicht dargestellt, da etablierter Stand der Technik). Die in dem Objekt
15 vorhandenen Farbstoffe werden durch den Beleuchtungslichtstrahl 3 angeregt und senden Licht in einem ihnen eigenen charakteristischen Bereich des Spektrums aus. Dieses vom Objekt 15 ausgehende Licht definiert einen Detektionslichtstrahl 17. Dieser gelangt durch die Mikroskopoptik 13, die Scanoptik 12 und über das Scanmodul 7 zum Umlenkmittel 5, passiert dieses
20 und gelangt über ein Detektionspinhole 18 auf eine Detektoreinheit 19, die im hier dargestellten Ausführungsbeispiel, mit mindestens einem Photomultiplier, als Detektor, ausgestattet ist. Es ist dem Fachmann klar, dass auch andere Detektoren, wie z.B. Dioden, Diodenarrays, Photomultiplierarrays, CCD Chips oder CMOS Bildsensoren eingesetzt werden können. Der vom Objekt 15
25 ausgehende bzw. definierte Detektionslichtstrahl 17 ist in Fig. 1 als gestrichelte Linie dargestellt. In der Detektoreinheit 19 werden elektrische, zur Leistung des vom Objekt 15 ausgehenden Lichtes, proportionale Detektionssignale erzeugt. Da, wie bereits oben erwähnt, vom Objekt 15 Licht nicht nur einer Wellenlänge ausgesandt wird, ist es sinnvoll vor der
30 Detektoreinheit 19 ein Selektionsmittel 21 für das von der Probe ausgehende Spektrum einzufügen. Die von der Detektoreinheit 19 erzeugten Daten werden an ein Rechnersystem 23 weitergegeben. Dem Rechnersystem 23 ist mindestens ein Peripheriegerät 27 zugeordnet. Das Peripheriegerät kann z.B.

ein Display sein, auf dem der Benutzer Hinweise zur Einstellung des Scanmikroskops erhält oder den aktuellen Setup und auch die Bilddaten in graphischer Form entnehmen kann. Ferner ist mit dem Rechnersystem 23 ein Eingabemittel zugeordnet, das z.B. aus einer Tastatur 28, einer 5 Einstellvorrichtung 29 für die Komponenten des Mikroskopsystems und einer Maus 30 besteht.

In Fig. 2 ist eine schematische Darstellung eines mit dem Mikroskop 100 aufgenommen Bildframes 41. Der Bildframe 41 ist durch das durch das Mikroskop 100 bestimmte Bildfenster festgelegt. Der Bildframe 41 und ist in 10 einzelne Bereiche bzw. Pixel 39 unterteilt. Innerhalb des Bildframes 41 befindet sich das bewegliche Objekt 40. Die Pixel 39 können als 2-dimensionale Bereiche des Bildframes 41 oder auch als 3-dimensionale Bereiche des Bildframes 41 ausgebildet sein.

Fig. 3 zeigt die Beobachtung lebender und beweglicher Objekte 40 und die 15 Verarbeitung der aus der Beobachtung lebender und beweglicher Objekte 40 gewonnenen Daten. Bei der Beobachtung lebender und beweglicher Objekte 40 werden z.B. mit dem in Fig. 1 beschriebenen Scannmikroskop 100 nacheinander mehrere Bilder bzw. Bildframes 41₁, 41₂, 41₃, ..., 41_n aufgenommen. Wobei jeder Bildframe 41₁, 41₂, 41₃, ..., 41_n eine xy-Ebene 20 oder ein aufgenommenes Probenvolumen xyz definiert. Zwischen zwei aufeinander folgenden Bildern z.B. 41₁, 41₂, oder 41₂, 41₃, oder 41_{n-1}, 41_n, wird eils Verschiebungsvektorfeld 42₁, 42₂, ..., 42_{n-1} bestimmt. Das 25 Verschiebungsvektorfeld zwischen zwei aufeinander folgender Bilder, z.B. 41₂, und 41₃, lässt sich aus dem Vergleich der einzelnen, sich gegenseitig entsprechenden Pixel, von den zwei Bildern ermitteln. Ausgehend von einem ersten Bild 41₁ mit N Pixeln, lassen sich somit die neuen Positionen im nächsten Bild 42₂, durch die Verschiebung bestimmen. Es kann auch noch ein 30 genaueres Modell aus den diskreten Verschiebungen mit Subpixelgenauigkeit für eine Trajektorie 43 gefittet werden. Vorteilhafterweise werden dann mehr als ein aufeinander folgendes Bild für diese Genauigkeitserhöhende Operation verwendet. Die Trajektorie 43 für das bewegliche Objekt erhält man aus der Vielzahl der Verschiebungsvektorfelder 42₁, 42₂, ..., 42_{n-1} durch

Verfolgung der Verschiebungsvektorfelder der einzelnen Bilder $41_1, 41_2, 41_3, \dots, 41_n$. In der graphischen Darstellung der Trajektorie 43 sind die bewegten Objekte durch mindestens eine Trajektorie durch den xyt-Raum 44 dargestellt.

Ein Video beinhaltet eine 3-dimensionale Raumzeit (zwei räumliche

- 5 Dimensionen xy, eine Zeitdimension t). Der Pixel eines beweglichen Objektes 40 bewegt sich somit auf einer gekrümmten Bahn (Trajektorie) innerhalb dieser Raumzeit. Die ermittelte Trajektorie 43 definiert eindeutig diese gekrümmte Bahn und man erhält dadurch Daten über die Bewegung des Objekts 40. Operationen, die auf das bewegte Objekt angewendet werden sollen, können somit entlang der Trajektorie 43 erfolgen. So kann man z.B. einen Averaging-Filter mit Daten auf dieser Trajektorie 43 füttern und erhält ein in der Qualität gesteigertes Bild, das der Bewegung des Objekts 40 Rechnung trägt, und zwar in dem Sinne, dass das Signal zu Rauschen Verhältnis besser ist. Dieser Ansatz ist natürlich auch für Sequenzen von
- 10 Volumen möglich (4-dimensionale Raumzeit) und auf beliebige Operationen wie, z.B. Filter (Dekonvolution, Glättung) übertragbar. Zur Realisierung dieser Filter muss anstelle der in der Bildverarbeitung gebräuchlichen einfachen Summenformeln die kontinuierliche Operationsgleichung auf der Trajektorie in der gekrümmten Raumzeit unter Einbezug der aktuellen Geometrie
- 15 diskretisiert werden. Derartige Verfahren sind in der numerischen Mathematik etabliert und in der Simulationstechnik Stand der Technik.

In Fig. 4 ist ein Blockdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens

dargestellt. Zunächst erfolgt die Bildaufnahme 50 einer Serie von Bildern. Wie

- 20 bereits oben beschrieben erfolgt die Aufnahme mit der Detektoreinheit 19 des Mikroskops bzw. des Scanmikroskops. Die Daten, die jeweils ein Bild repräsentieren werden in einem ersten Bildspeicher 52 abgelegt. Von dem Bildspeicher 52 werden die Bilder nacheinander einem Berechner 53 für den optischen Fluss zugeführt. Parallel dazu werden die Daten jeweils eines Bildes einem nicht linearen Filter 54 zugeführt. Vom Berechner 53 für den optischen Fluss werden die durch den Berechner 53 veränderten Daten einem Trajektorientracker 55 und anschließend einem Trajektorienspeicher 56 zugeführt. Die im Trajektorienspeicher 56 vorhandenen Daten werden ebenfalls dem nicht linearen Filter 54 zur Verfügung gestellt um eine

Diskretisierung zu ermöglichen. Wie bereits oben erwähnt werden auf die aufgenommenen Bilddaten beliebige Operationen angewendet, die im nicht linearen Filter 54 unter Berücksichtigung der gespeicherten Trajektorie 43 erfolgen. Die derart veränderten Daten gelangen in einen zweiten Bildspeicher 58 und können vor dort z.B. zur Darstellung auf einem Display abgerufen werden.

In den Fign. 5 bis 8 sind verschiedene Ereignisse dargestellt, die zu jeweils ausgezeichneten Trajektorien führen. In Fig. 5 ist die Situation dargestellt, dass das Objekt 40 den Bildframe 41 während des Aufzeichnung von N-Bildframes verlässt. Das Objekt kann durch das Mikroskop bei der Aufzeichnung des N+1ten Bildframes nicht mehr erfasst werden. Die aus den N erfassten Bildframes resultierende Trajektorie 43 endet am Rand des xyt-Raums 44. Sie kann aus dem Trajektorienspeicher 56 durch den Trajektorientracker 55 gelöscht werden.

15 In Fig. 6 ist die Situation dargestellt, dass sich ein Objekt 40 im ersten Bildframe 41₁ befindet. Während der Aufzeichnung von N-Bildframes gelangt ein weiteres Objekt 60 in den Bereich des Bildframes, so dass es mit dem Mikroskop erfassbar ist. Das Objekt 60 kann durch das Mikroskop auch bei der Aufzeichnung des N-ten Bildframes erfasst werden. Zusätzlich zur der 20 Trajektorie 43 für das Objekt 40 kommt eine weitere Trajektorie 63 für das neu in den Bildframe des Mikroskops gelangten Objekts 60 im xyt-Raums 44 hinzu.

In Fig. 7 ist die Situation dargestellt, dass sich ein Objekt 70 im ersten Bildframe 41₁ befindet. Bis zur Aufzeichnung des N-ten Bildframes hat sich 25 das Objekt 70 in z.B. vier Objekte 70₁, 70₂, 70₃, und 70₄ im Bildframe geteilt. Die Objekte 70₁, 70₂, 70₃, und 70₄ können durch das Mikroskop auch bei der Aufzeichnung des N-ten Bildframes erfasst werden. Zusätzlich zur der Trajektorie 43 für das Objekt 70 kommen an einem Endpunkt der Trajektorie 43 zu einem gewissen Zeitpunkt t vier weitere Trajektorien 73₁, 73₂, 73₃, und 30 73₄ hinzu, die für die Bewegung der vier Objekte 70₁, 70₂, 70₃, und 70₄ stehen.

In Fig. 8 ist die Situation dargestellt, dass sich ein vier Objekte 80₁, 80₂, 80₃, und 80₄ im ersten Bildframe 41₁ befinden. Zur Aufzeichnung des N-ten

Bildframes haben sich die Objekte 80₁, 80₂, 80₃, und 80₄ zu einem Objekt 80 vereinigt. Die Trajektorien 83₁, 83₂, 83₃, und 83₄ der Objekte 80₁, 80₂, 80₃, und 80₄ enden im xyt-Raum 44 in einem Punkt 84.

Die Erfindung wurde in bezug auf eine besondere Ausführungsform
5 beschrieben. Es ist jedoch selbstverständlich, dass Änderungen und Abwandlungen durchgeführt werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

Bezugszeichenliste:

- 1 Beleuchtungssystem
- 3 Beleuchtungslichtstrahl
- 5 Umlenkmittel
- 5 6 Beleuchtungspinhole
- 7 Scanmodul
- 9 Scanspiegel
- 12 Scanoptik
- 13 Mikroskopoptik
- 10 15 Objekt
- 17 Detektionslichtstrahl
- 18 Detektionspinhole
- 19 Detektoreinheit
- 20 SP Modul
- 15 21 Selektionsmittel
- 23 Rechnersystem
- 27 Peripheriegerät
- 28 Tastatur
- 29 Einstellvorrichtung
- 20 30 Maus
- 31 Prisma
- 32 Lichtfächer
- 39 Pixel des Bildframes
- 40 bewegliches Objekt
- 25 41 Bildframe

- 41₁, 41₂, 41₃, ..., 41_n. Bildframes
- 42₁, 42₂, ..., 42_{n-1} Verschiebungsvektorfelder
- 43 Trajektorie
- 44 xyt-Raum
- 5 50 Bildaufnahme
- 52 erster Bildspeicher
- 53 Berechner
- 54 Filter
- 55 Trajektorientracker
- 10 56 Trajektorienspeicher
- 58 zweiter Bildspeicher
- 60 weiteres Objekt
- 63 weitere Trajektorie
- 70 Objekt
- 15 70₁, 70₂, 70₃, und 70₄ Objekte
 - 73₁, 73₂, 73₃, und 73₄ weitere Trajektorien
 - 80₁, 80₂, 80₃, und 80₄ Objekte
 - 83₁, 83₂, 83₃, und 83₄ Trajektorien
 - 84 Punkt
- 20 100 Scannmikroskops

Patentansprüche

1. Verfahren zur Optimierung der Bildqualität beweglicher mit einem Mikroskopsystem aufgenommener Objekte, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
 - 5 a) Aufnehmen einer Vielzahl aus mehreren Pixeln bestehender Bilder
 - b) Ermitteln jeweils eines Verschiebungsvektorfeldes aus einem Vergleich der Pixel von jeweils zwei zeitlich aufeinander folgender Bilder.
 - c) Bestimmen einer Trajektorie für jedes Pixel des Bildes aus den Verschiebungsvektorfeldern; und
 - 10 d) Anwenden einer Operation auf die Bilddaten entlang einer Trajektorie.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Operation entlang der ermittelten Trajektorie eine Dekonvolution, eine Glättung, ein Averaging-Filter oder irgendeine zeitlich lateral wirkende Operation ist
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vielzahl der aufgenommenen Bilder einem Bildspeicher zugeführt werden, und dass parallel dazu Daten aus der Vielzahl der aufgenommenen Bilder einem Berechner für den optischen Fluss und einem Trajektorientracker einem Trajektorienspeicher zugeführt werden.
- 20 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das für die Anwendung eines Filters Daten der aufgenommenen Bilder aus dem Bildspeicher und entsprechende Daten aus den Trajektorienspeicher abrufbar und verrechenbar sind.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die durch die Anwendung des Filters erzeugten Daten einen zweiten Bildspeicher zuführbar sind.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikroskopsystem ein Scanmikroskop oder ein herkömmliches Mikroskop beinhaltet.
7. Anordnung zur Optimierung der Bildqualität beweglicher mit einem Mikroskopsystem aufgenommener Objekte, wobei das Mikroskopsystem mindestens ein Bildfenster definierendes Objektiv, eine Detektoreinheit zum Aufnehmen einer Vielzahl aus mehreren Pixeln bestehender Bilder, und ein Rechnersystem aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das Rechnersystem ein Mittel zum Ermitteln jeweils eines Verschiebungsvektorfeldes aus einem Vergleich der Pixel von jeweils mindestens zwei zeitlich aufeinander folgender Bildern, ein Mittel zum Bestimmen einer Trajektorie für jedes Pixel des Bildes aus den Verschiebungsvektorfeldern; und ein Mittel zum Anwenden einer Operation auf die Bilddaten entlang einer Trajektorie umfasst.
8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zum Anwenden einer Operation auf die Bilddaten entlang einer Trajektorie, ein Dekonvolutionsmittel, ein Glättungsmittel oder einen Averaging-Filter oder eine beliebige zeitlich-spatial wirkende Operation umfasst.
9. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Bildspeicher vorgesehen ist, der die Daten der Vielzahl der aufgenommenen Bilder speichert und dass ein zweiter Bildspeicher vorgesehen ist, der die Daten speichert, die aus der Verrechnung der Daten aus dem ersten Bildspeicher mit den Daten aus einem Trajektorienspeicher entstanden sind.
10. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass Mikroskopsystem ein Scanmikroskop oder ein herkömmliches Mikroskop umfasst.

11. Software auf einem Datenträger, dadurch gekennzeichnet, dass die Software ein Mikroskopsystem veranlasst ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen.

Zusammenfassung

Es ist ein Verfahren und eine Anordnung zur Optimierung der Bildqualität beweglicher mit einem Mikroskopsystem aufgenommener Objekte vorgeschlagen. Das Mikroskopsystem umfasst mindestens ein Objektiv, das
5 ein Bildfenster definiert. Bewegungen der zu beobachtenden Objekte werden im Bildframe erfasst. Ein Rechnersystem mit einem Mittel zum Ermitteln jeweils eines Verschiebungsvektorfeldes aus einem Vergleich der Pixel von jeweils zwei zeitlich aufeinander folgender Bilder, erzeugt aus der
10 Zusammenschau der Verschiebungsvektorfeldes aller aufgenommenen Bilder eine Trajektorie. Ferner ist ein Mittel zum Anwenden einer Operation auf die Bilddaten entlang einer Trajektorie vorgesehen.

15 Fig. 4

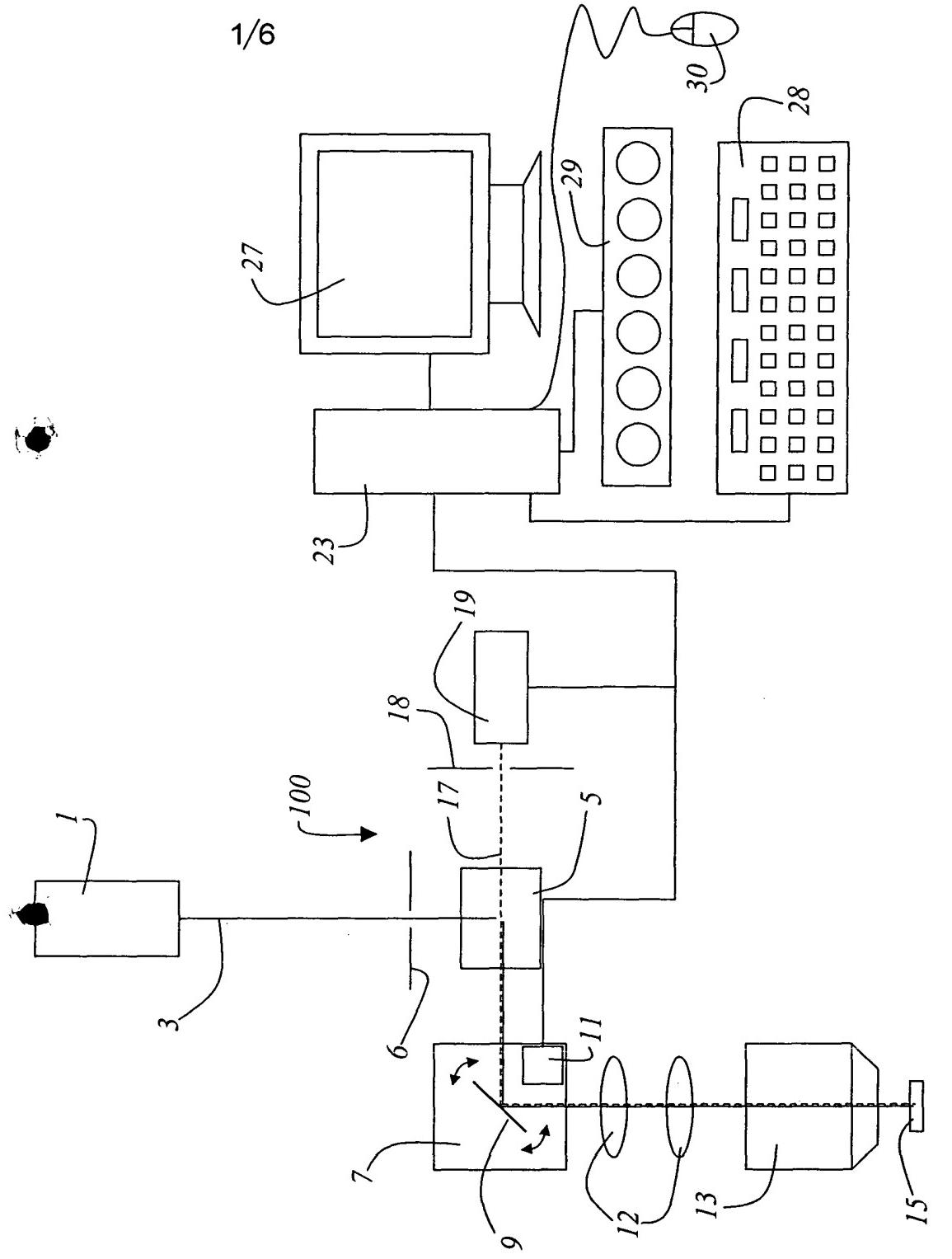
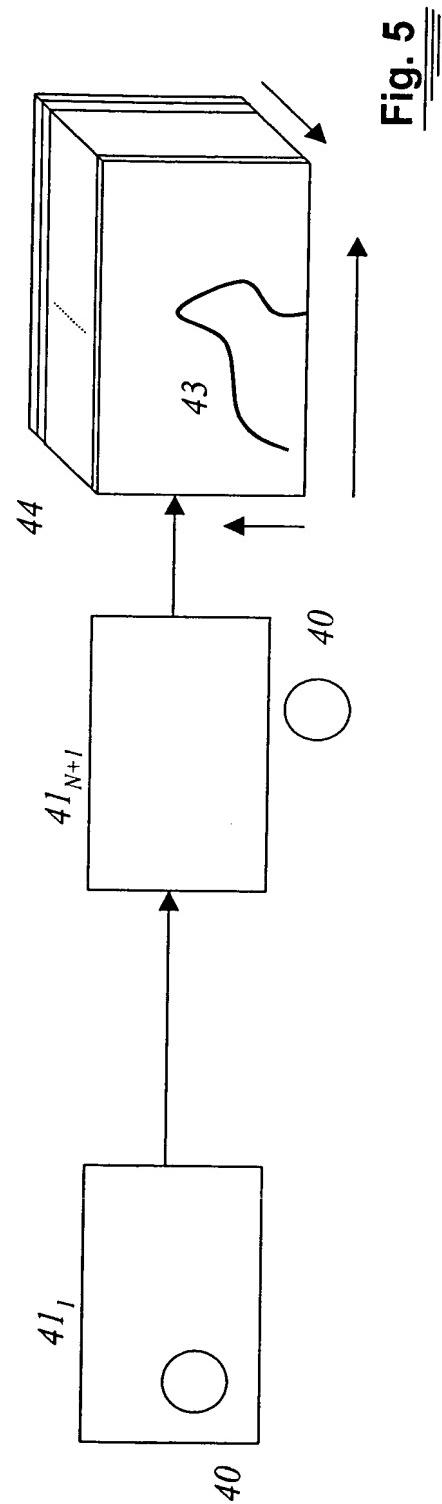
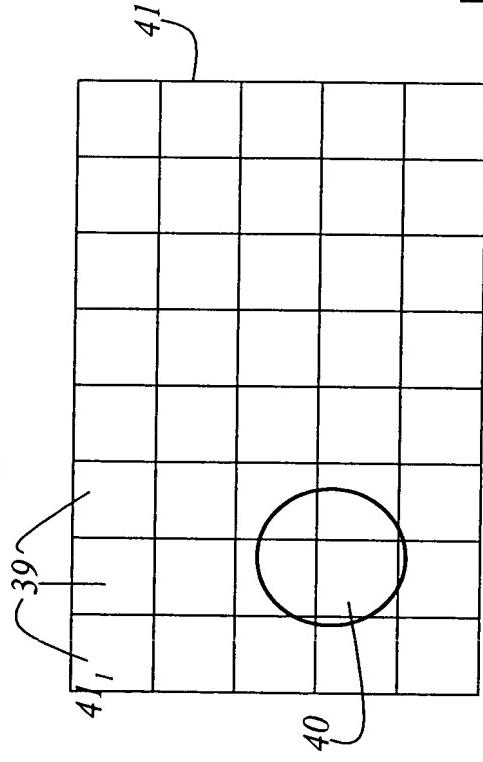


Fig. 1

2/6

Fig. 2



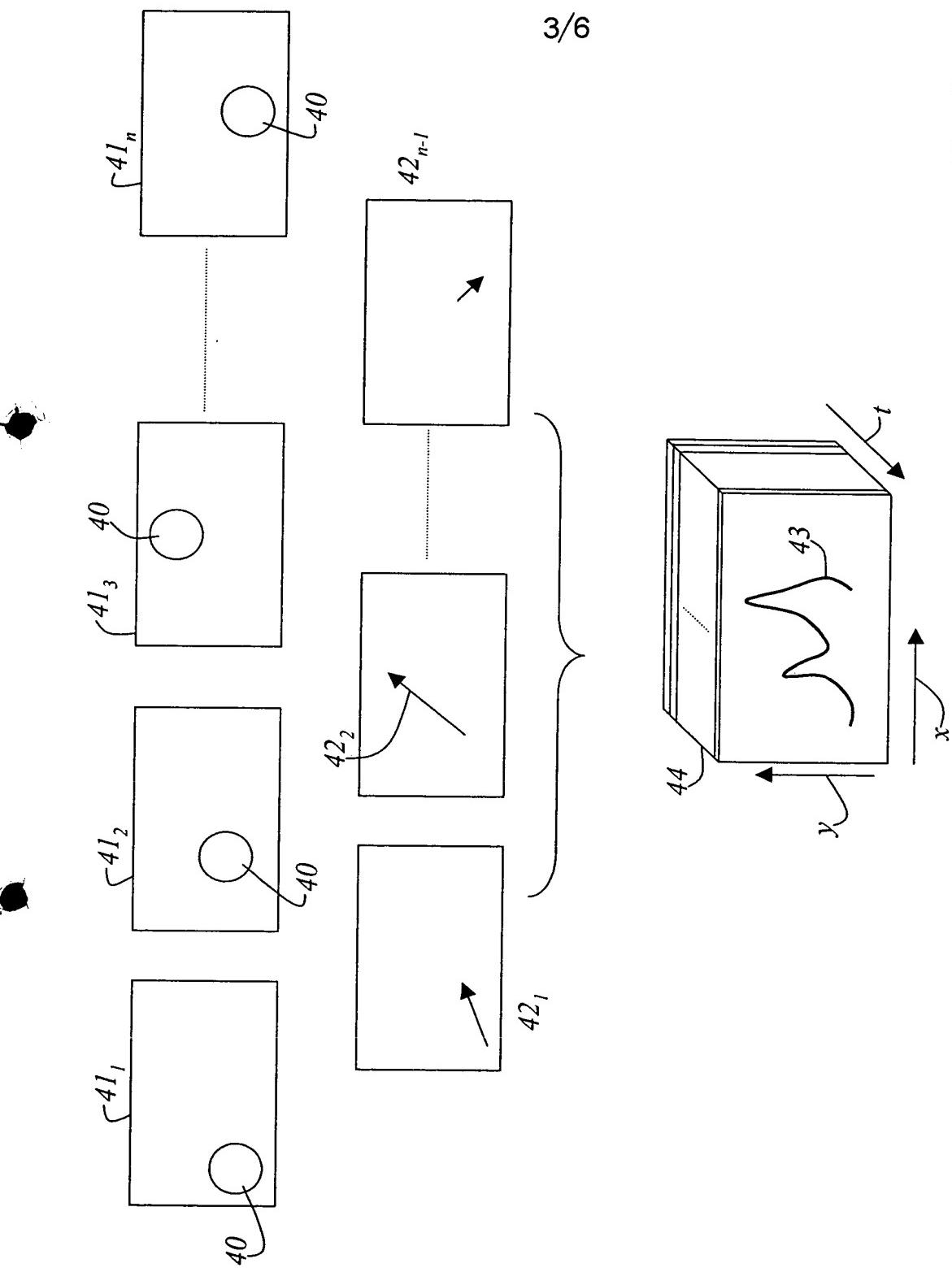
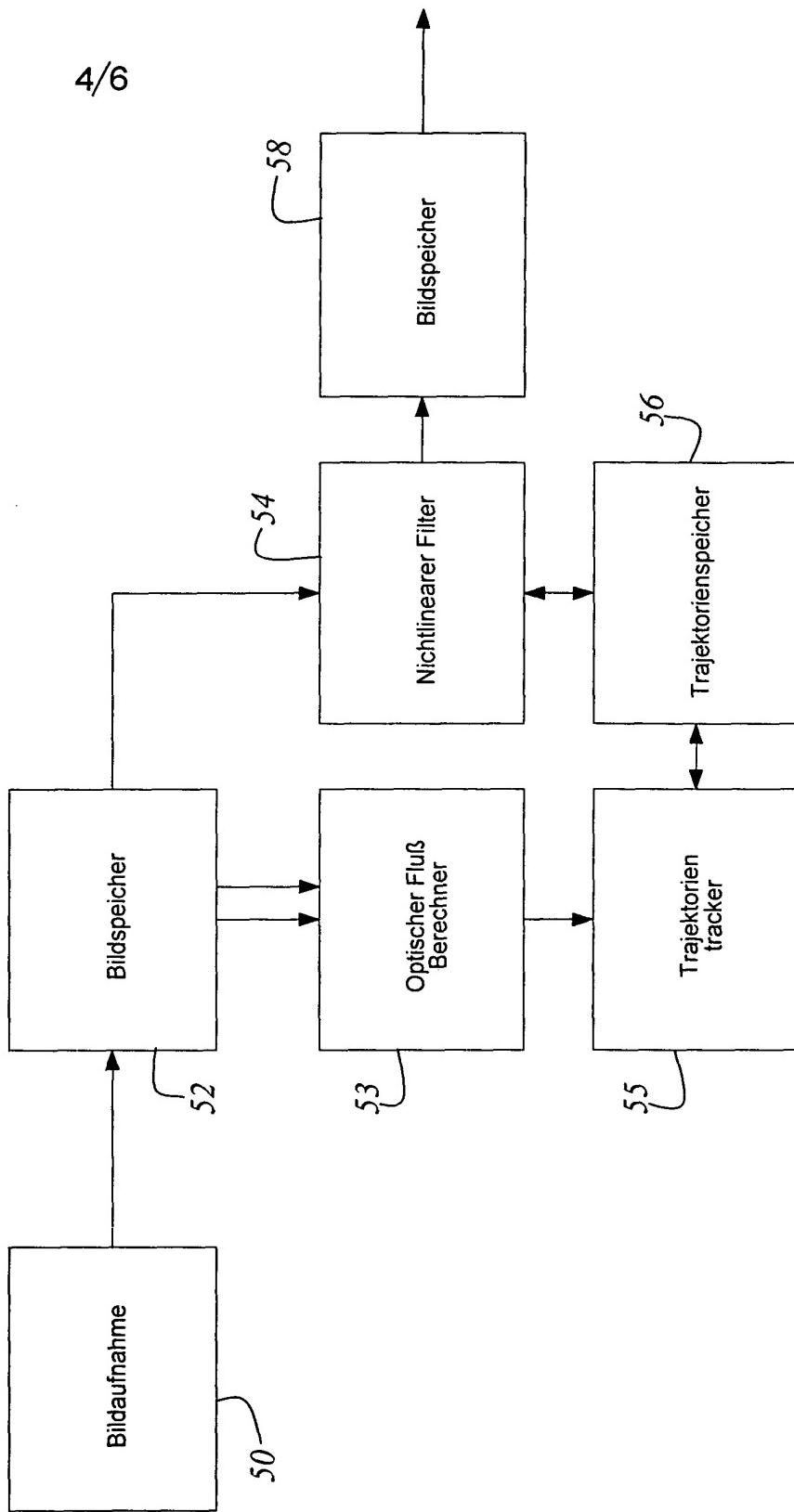


Fig. 4

4/6



5/6

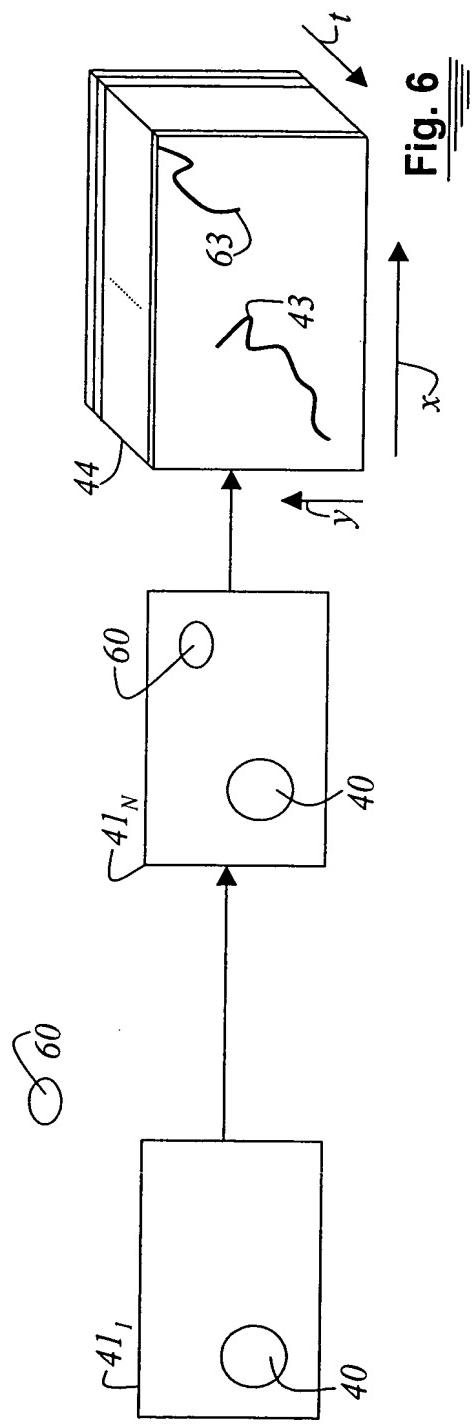


Fig. 6

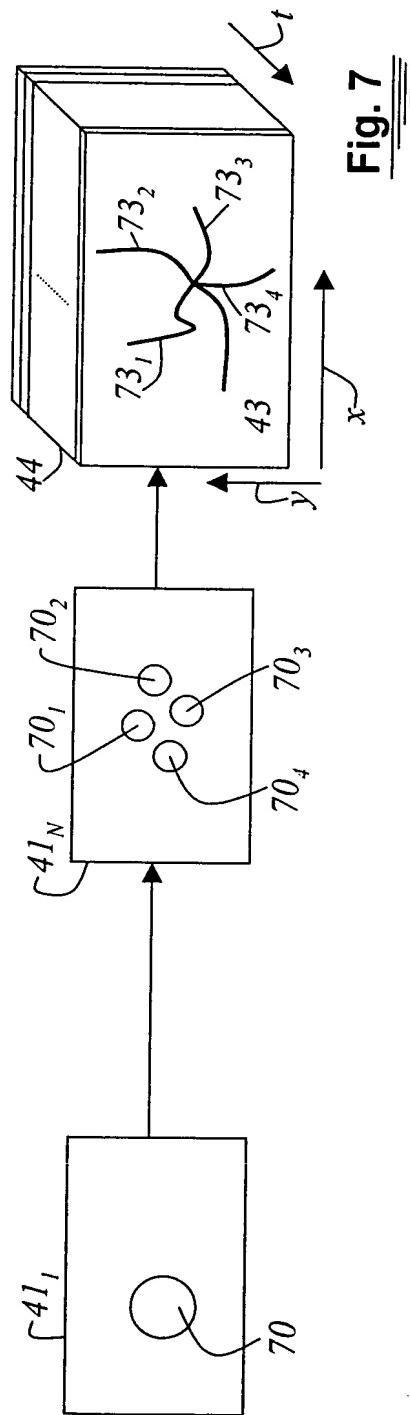


Fig. 7

6/6

Fig. 8

